

文章编号: 1009-3850(2018)03-0099-07

## 云南峨山地区东川群黑山组流纹质碎斑熔岩 锆石 U-Pb 年龄及其地质意义

刘军平<sup>1</sup>, 曾文涛<sup>2</sup>, 孙柏东<sup>1</sup>, 胡绍斌<sup>1</sup>, 关学卿<sup>1</sup>, 孙志明<sup>3</sup>,  
王 伟<sup>1</sup>, 宋冬虎<sup>1</sup>, 吕勃焱<sup>1</sup>

(1. 云南省地质调查院, 云南 昆明 650216; 2. 云南省环境监测院, 云南 昆明 650216;  
3. 中国地质调查局成都地质调查中心, 四川 成都 610081)

**摘要:**滇中地区中元古界“昆阳群”、“东川群”的地层层序是长期争议的重大基础地质问题。本次在峨山地区东川群黑山组中发育的厚近5m厚的流纹质碎斑熔岩采集样品D0023一件, 选出120余粒锆石, 获得的锆石LA-ICP-MS U-Pb加权平均年龄为(1569.2 ± 4.5) Ma。样品锆石的Th/U值均大于0.5, 具有清晰的振荡环带结构, 均为岩浆成因的锆石, 表明东川群黑山组形成于中元古代早期, 属非造山相关的火山岩系, 可能是哥伦比亚超大陆裂解作用在扬子陆块的响应, 为东川群的地层时代和层序研究增添了新资料。

**关键词:**滇中峨山地区; 昆阳群; 东川群; 锆石 U-Pb 年龄; 哥伦比亚超大陆

中图分类号: P534.3

文献标识码: A

### 引言

“昆阳群”出露于云南滇中及东川等地区, 主要为一套浅变质的陆源碎屑岩、碳酸盐岩及少量火山岩, 时代为中元古代, 区域上共划分为8个组级岩石地层单位。黄草岭组、黑山头组、大龙口组、美党组统称为下亚群, 因民组、落雪组、鹅头厂组、绿汁江组统称为上亚群。各组级岩石地层单位的野外接触关系清晰, 层序并不存在争议。但上亚群与下亚群之间为断层接触, 上、下关系一直存在争议并持续半个多世纪<sup>[1-6]</sup>, 简称“正八组”与“倒八组”之争, 也有学者主张属横向变化关系。总之, 对“昆阳群”

的顶界有较为统一的认识, 而其底界及层序是长期争议、悬而未决的问题。

尹福光、孙志明等(2010)在野外调查的基础上, 结合前人资料, 将出露于东川地区的因民组、落雪组、黑山组(即区域上所称的鹅头厂组)、青龙山组(即区域上所称的绿汁江组)等4个组级岩石地层单元称为“东川群”, 而将主要出露于昆阳-玉溪一带的黄草岭组、黑山头组、大龙口组、美党组等4个组级岩石地层单元称为“昆阳群”, 仍划归中元古界。

近年来, 一些学者对昆阳群、东川群作了大量的工作, 特别是张传恒等(2007)在峨山县塔甸乡塔

收稿日期: 2018-04-20; 改回日期: 2018-05-19

作者简介: 刘军平(1983-), 男, 工程师, 从事区域地质与构造地质调查研究。E-mail: 271090834@qq.com

资助项目: 中国地质调查局项目(云南1:5万二街、易门、鸣矣河、上浦贝幅区域地质调查(编号DD20160017); 云南区域地质调查片区总结与服务产品开发, 编号: DD20160345-02)。

通信作者: 曾文涛(1971-), 男, 高级工程师, 从事区域地质调查及技术管理工作。E-mail: 514897530@qq.com

甸村昆阳群凝灰岩获得 ( $1032 \pm 9$ ) Ma 的锆石 SHRIMP U-Pb 年龄<sup>[6]</sup>; 滇中地区相同层位的鹅头厂组有 1519Ma、1598Ma 的方铅矿年龄和 2220Ma 的 Sm-Nd 等时线年龄; 孙志明等(2009) 在东川地区东川群黑山组凝灰岩获得  $1503 \pm 17$ Ma 的锆石 SHRIMP U-Pb 年龄<sup>[7]</sup>; 潘泽伟等在禄武断陷盆地内鹅头厂含铁矿凝灰岩获得  $1448 \pm 5$ Ma 的 Sm-Nd 等时线年龄<sup>[8]</sup>。本文对滇中峨山地区东川群黑山组流纹质碎斑熔岩进行研究, 利用锆石 U-Pb 测年法进行了定年并进行初步探讨, 为准确地标定东川群时代和层序提供新的参考依据, 为滇中峨山地区东川群的存在提供证据。

## 1 区域地质特征

研究区位于滇中峨山-易门地区, 区内出露地层以中元古界昆阳群为主, 见少量东川群、中生代地层(图1)。

本次研究的样品采自易门-罗茨断裂以西, 层位属东川群黑山组, 地点在峨山县甸中镇波思甸村南部。采样剖面上黑山组出露厚度 300m 左右, 可划分为 15 层, 其中含火山岩段有 3 层, 顶底均与板岩整合接触(图1-A), 出露厚度 12m。

⑧灰色中层状砂岩	2.0m
⑦浅灰色粉砂岩	1.8m
⑥浅灰色凝灰质板岩与泥质板岩互层	7.8m
⑤浅灰色凝灰质粉砂岩	4m
④浅灰色泥质板岩	3.8m
③灰色凝灰质砂岩	2.0m
②灰色流纹质碎斑熔岩	5m
①灰色薄层状泥质板岩	7.5m

样品 D0023 采自岩性层②, 岩性为灰白色流纹质碎斑熔岩, 样品均采自峨山县甸中镇波思甸村公路上, 采样位置公里网坐标为(GPS): X 201822.04, Y 2707628.75, H 1856.10m。

## 2 锆石特征

样品 D0023 岩性为灰白色流纹质碎斑熔岩, 块状构造, 发育似流动构造、斑状结构, 见有少量石英、长石斑晶, 岩石发生黏土化, 绢云母化。将样品先经手工粉碎, 后按常规重力及电磁法浮选出锆石颗粒, 最后在双目镜下挑选出锆石约 120 余粒。锆石多为无色透明, 个别呈浅黄色, 粒状、短柱状、碎

粒状, 金刚光泽, 透明, 表面多具磨蚀特征, 锆石长度一般为 70 ~ 150 $\mu$ m, 少数达 200 $\mu$ m。

## 3 测试方法与结果

锆石分选在河北区域地质矿产调查研究所实验室完成, 原岩样品经人工粉碎, 淘洗后除轻矿物部分, 将得到的重砂部分经电磁选后得到含有少量杂质的锆石样品, 最后在双目镜下挑选出锆石晶体。选择晶型较好, 无裂隙的锆石颗粒粘贴在环氧树脂表面制成锆石样品靶, 打磨样品靶, 使锆石的中心部位暴露出来, 然后进行抛光。对锆石进行反射光、透射光显微照相和阴极发光(CL)图像分析, 根据反射光、透射光及锆石 CL 图像, 选择代表性的锆石颗粒和区域进行 U-Pb 测年。U-Pb 同位素定年在中国地质大学(武汉)地质过程与矿产资源国家重点实验室(GPMR)利用 LA-ICP-MS 分析完成。激光剥蚀系统为 GeoLas 2005, ICP-MS 为 Agilent 7500a。激光剥蚀过程中采用氦气作为载气, 氩气为补充气以调节灵敏度, 二者在进入 ICP 之前通过一个 T 型接头混合。在等离子体中心气流(Ar + He)中加入少量氮气, 以提高仪器灵敏度、降低检出限和改善分析精密度<sup>[12-13]</sup>。激光剥蚀系统配置了使激光脉冲频率低至 1Hz 的信号平滑装置, 可使系统获得光滑的分析信号<sup>[5]</sup>。每个时间分辨分析数据包括大约 20 ~ 30s 的空白信号和 50s 的样品信号。采用 Isoplot 程序(Ver3.0)(Ludwing, 2003)<sup>[14]</sup>进行锆石加权平均年龄计算及谐和图的绘制。采用年龄为  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  年龄, 其加权平均值的误差为  $2\sigma$ ,  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  (和  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ ) 平均年龄误差为 95% 置信度。

本次用于锆石 LA-ICP-MS U-Pb 年龄测试的样品分析数据见表 1。锆石均为无色透明, 以柱状、短柱状为主, 长度变化于 100 ~ 200 $\mu$ m, 长宽比为 1.5 ~ 3.5, 少部分锆石边部具有熔蚀现象, 锆石 CL 图显示明显的振荡韵律环带(图3)。锆石的 Th/U 比值在 0.5 ~ 1.3 范围内变化。选择 23 颗锆石进行了 23 个点的定年分析。所有的分析点都位于谐和线上或其附近(图4), 其中有 17 颗锆石数据较为集中, 锆石具有典型的振荡环带结构, 为岩浆成因锆石, 且通过数据进行处理, 获得了较为一致的  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  年龄  $1569.2 \pm 4.5$ Ma (MSWD = 6.3, n = 17)。测点 5、6、18 共 3 个点打在锆石继承核上, 这

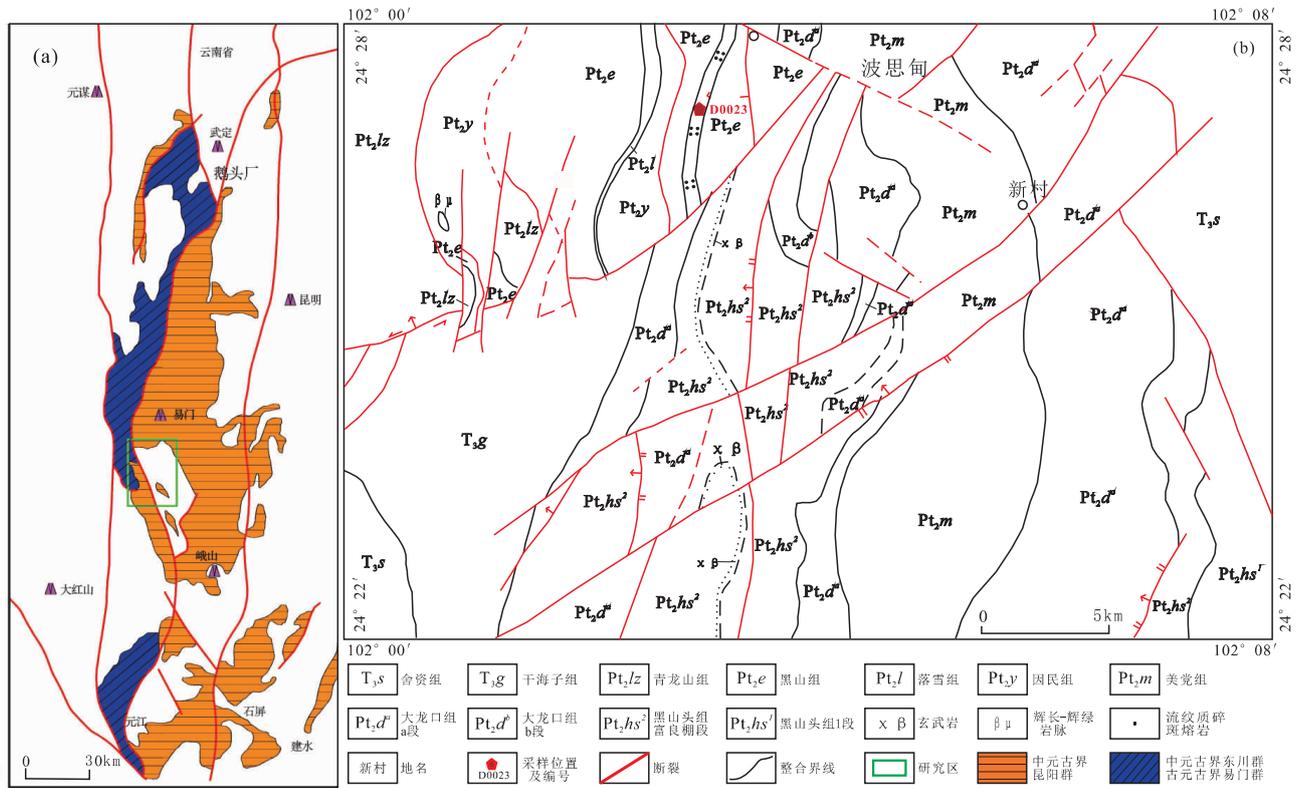


图1 研究区地质简图(a)及采样位置图(b)

Fig. 1 Simplified geology map of the study area (a) and sampling location (b)

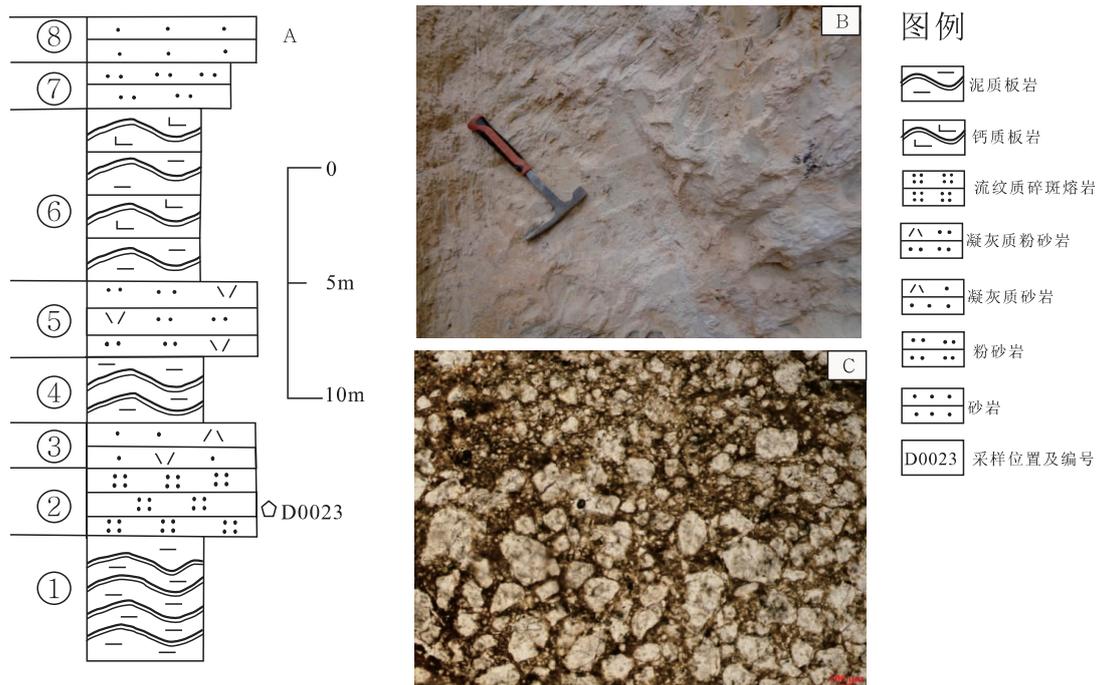


图2 黑山组剖面露头沉积层序及采样位置(A)、手标本(B)及单偏光镜下特征(C)

Fig. 2 Sedimentary sequence of the sampling sites (A), outcrop photograph (B) and photomicrograph (plane-polarized light) (C)

表 1 锆石 LA-ICP-MS U-Pb 年龄  
Table 1 LA-ICP-MS zircon U-Pb age data

测点号	w(B) (10 <sup>-6</sup> )		同位素比值				U-Pb 年龄 (Ma)				协和度 (%)	Th/U	采用年龄				
	Th	U	<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U	1σ	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U	1σ	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb	1σ	<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U	1σ				<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U	1σ		
1	85.7	122.4	0.0985	0.0016	3.5741	0.0555	0.2619	0.0018	1596	29.9	1544	12.4	1500	9.1	97%	0.7	1596
2	171.2	278.4	0.0938	0.0015	3.4448	0.0564	0.2639	0.0020	1506	30.9	1515	12.9	1510	10.1	99%	0.6	1506
3	227.1	251.9	0.0975	0.0012	3.6192	0.0442	0.2675	0.0016	1576	22.4	1554	9.8	1528	8.3	98%	0.9	1576
4	115.2	160.8	0.0993	0.0014	3.8784	0.0535	0.2813	0.0018	1613	25.9	1609	11.2	1598	8.9	99%	0.7	1613
5	119.0	193.9	0.1014	0.0014	3.9708	0.0550	0.2819	0.0019	1650	21.3	1628	11.3	1601	9.8	98%	0.6	1650
6	118.1	150.2	0.1017	0.0015	4.0115	0.0585	0.2843	0.0021	1655	27.8	1637	11.9	1613	10.5	98%	0.8	1655
7	95.0	128.0	0.0941	0.0015	3.2733	0.0496	0.2506	0.0017	1510	29.5	1475	11.8	1442	9.0	97%	0.7	1510
8	96.3	90.3	0.0937	0.0016	3.4961	0.0573	0.2699	0.0020	1502	31.5	1526	13.0	1540	10.2	99%	1.1	1502
9	82.5	109.6	0.0959	0.0014	3.5917	0.0520	0.2697	0.0017	1546	27.3	1548	11.6	1539	8.5	99%	0.8	1546
10	90.5	123.6	0.0968	0.0015	3.6264	0.0574	0.2699	0.0020	1565	25.0	1555	12.7	1541	10.3	99%	0.7	1565
11	118.6	126.7	0.0965	0.0015	3.6179	0.0541	0.2709	0.0019	1558	29.2	1553	11.9	1545	9.9	99%	0.9	1558
12	89.8	103.0	0.0987	0.0018	3.7055	0.0662	0.2711	0.0022	1599	33.8	1573	14.3	1546	11.3	98%	0.9	1599
13	121.9	153.8	0.0983	0.0014	3.7167	0.0520	0.2724	0.0017	1592	26.2	1575	11.3	1553	8.6	98%	0.8	1592
14	85.9	160.2	0.0986	0.0013	3.7350	0.0480	0.2726	0.0018	1598	23.0	1579	10.3	1554	9.0	98%	0.5	1598
15	192.6	198.2	0.1003	0.0015	3.8151	0.0548	0.2733	0.0018	1631	27.3	1596	11.6	1558	9.4	97%	1.0	1631
16	169.4	194.2	0.0961	0.0016	3.6827	0.0597	0.2759	0.0024	1550	30.1	1568	13.0	1570	12.1	99%	0.9	1550
17	256.8	347.8	0.0972	0.0011	3.7249	0.0444	0.2760	0.0017	1572	21.1	1577	9.6	1571	8.7	99%	0.7	1572
18	111.9	157.6	0.0997	0.0014	3.8281	0.0510	0.2770	0.0018	1620	30.6	1599	10.8	1576	9.3	98%	0.7	1620
19	137.2	197.7	0.0989	0.0013	3.8037	0.0473	0.2772	0.0017	1606	23.6	1594	10.1	1577	8.5	98%	0.7	1606
20	138.8	120.9	0.0958	0.0014	3.6863	0.0527	0.2779	0.0019	1543	26.7	1568	11.5	1581	9.5	99%	1.1	1543
21	137.7	174.6	0.0967	0.0013	3.7357	0.0477	0.2782	0.0017	1561	25.2	1579	10.3	1582	8.4	99%	0.8	1561
22	182.9	137.1	0.0986	0.0017	3.8195	0.0677	0.2786	0.0023	1598	33.3	1597	14.3	1584	11.6	99%	1.3	1598
23	179.4	259.3	0.1006	0.0012	3.9071	0.0482	0.2792	0.0017	1635	22.2	1615	10.0	1587	8.7	98%	0.7	1635

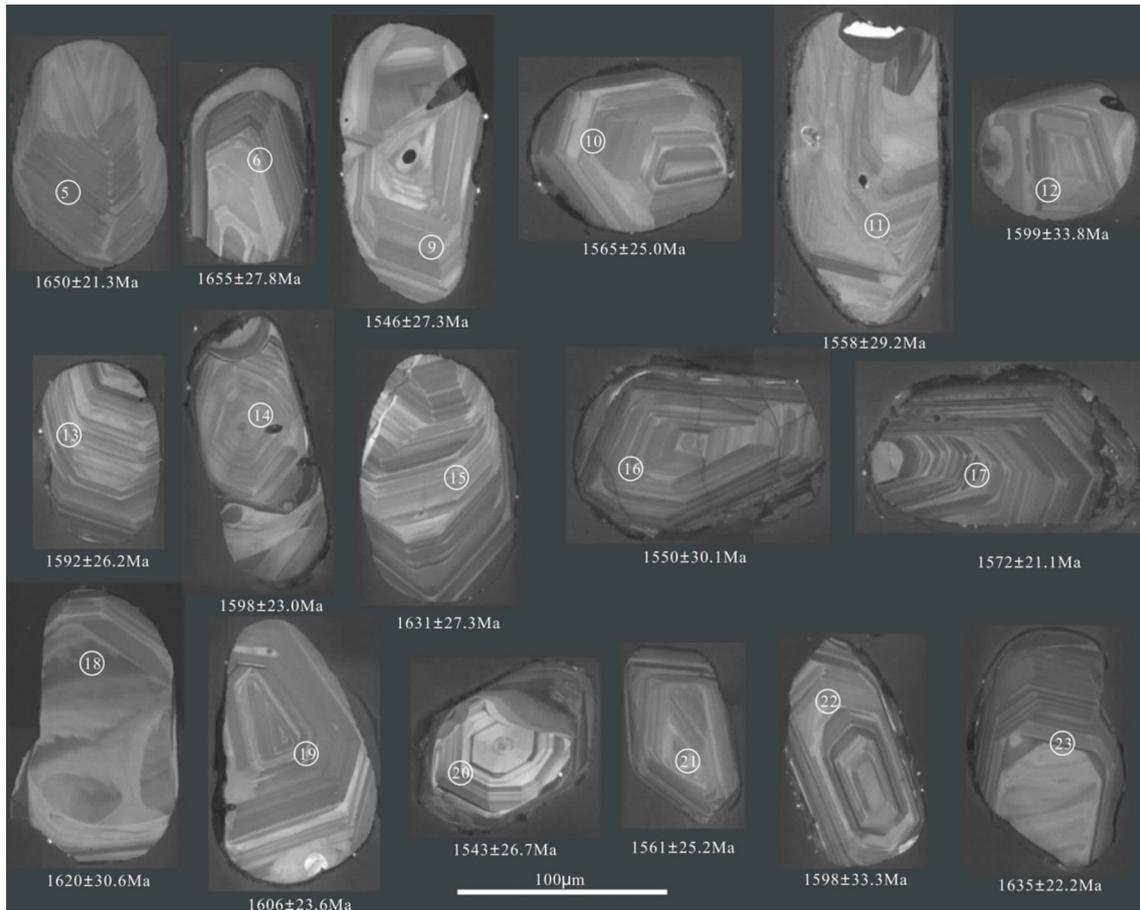


图 3 代表性锆石阴极发光 (CL) 图像

Fig. 3 The CL images of representative zircons from the rhyolitic porphyroclastic lavas

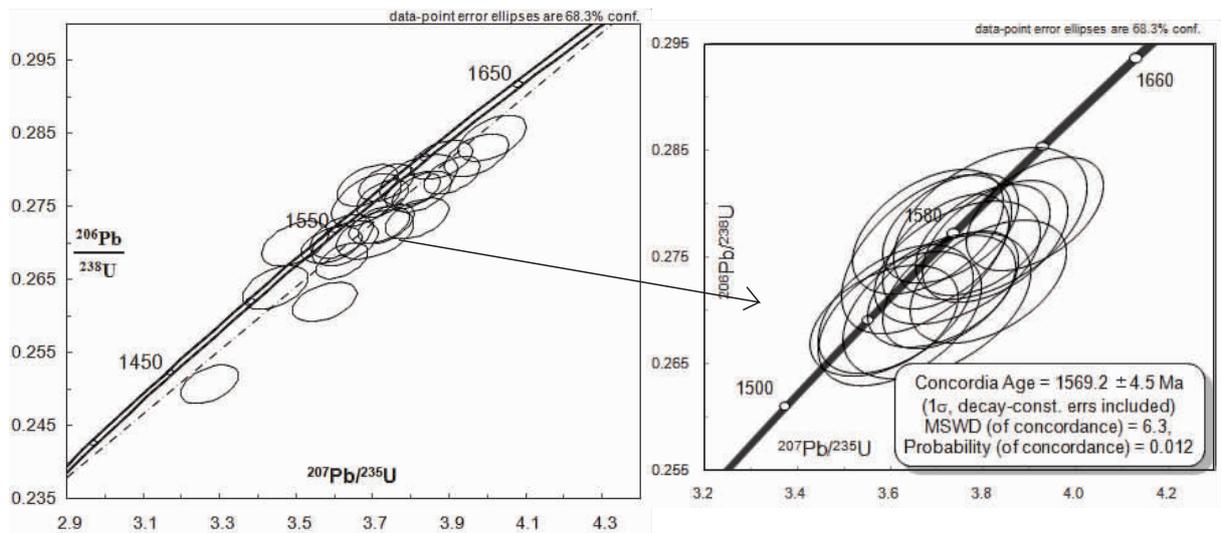


图 4 黑山组流纹质碎斑熔岩锆石 U - Pb 年龄谐和线图

Fig. 4 Concordia plot of the zircon U-Pb age data

些锆石具典型的核-边结构,继承核表现为弱的发光性,且较磨圆,振荡环带结构不清,有裂纹发育(图3),应为继承性锆石年龄;测点15、测点23共2点打在特征不同的两个锆石域的结合部位(图3),不能排除混合年龄的可能性。测试结果表明,灰白色流纹质碎斑熔岩形成于中元古代,黑山组的沉积年龄为中元古代。

## 4 讨论与结论

在滇中东川群地层序列中,黑山组占据较为重要的地位,其不仅夹有火山岩,且其上为青龙山组碳酸盐岩岩系,其下为落雪组含铜白云岩,因此它是沉积环境转换期的产物,是研究东川群时代及构造属性的重要层位。四川通安、云南东川等地均有中元古代火山岩发育,孙志明等(2009)在东川地区东川群黑山组凝灰岩获得( $1503 \pm 17$ ) Ma的锆石SHRIMP U-Pb年龄,潘泽伟等(2017)在禄武断陷盆地内鹅头厂含铁矿凝灰岩获得( $1448 \pm 5$ ) Ma的Sm-Nd等时线年龄<sup>[5-8]</sup>,说明了中元古代早期拉张从云南峨山地区开始,持续了近120Ma。因此,东川群黑山组火山岩应属于哥伦比亚超大陆裂解产物。

总结以上年龄测试结果,结合区域同位素年龄分析,可以得出以下结论:

(1) 东川群黑山组火山岩中获得( $1569.2 \pm 4.5$ ) Ma的锆石LA-ICP-MS U-Pb年龄,表明该套火山岩发育于中元古代早期。

(2) 东川群黑山组火山岩属与非造山相关的火山岩系,与哥伦比亚超大陆裂解时期高度一致,可能是哥伦比亚超大陆事件在扬子陆块的响应。

(3) 东川群黑山组时代的测定,为东川群的地层时代和层序增添了新资料,也为探讨扬子陆块西缘基底的形成与演化提供了新的线索。

致谢: 锆石LA-ICP-MS分析和阴极发光照片得到了南京宏创地质勘查技术服务有限公司袁秋云的帮助。审稿人提出了宝贵的修改意见。在此一并表示衷心感谢。

## 参考文献:

- [1] 吴懋德,段锦荪,宋学良,等. 云南昆阳群地质[M]. 昆明: 云南科技出版社,1990. 1-265.
- [2] 李希勤,吴懋德,段锦荪. 昆阳群层序及顶底问题[J]. 地质论评,1984,30(5): 399-408.
- [3] 李复汉,王福星,申玉连,等. 康滇地区的前震旦系[M]. 重庆: 重庆出版社,1988. 1-214.
- [4] 戴恒贵. 康滇地区昆阳群和会理群地层、构造及找矿靶区研究[J]. 云南地质,1997,16(1): 1-39.
- [5] 吕世琨,戴恒贵. 康滇地区建立昆阳群(会理群)层序的回顾和重要赋矿层位的发现[J]. 云南地质,2001,20(1): 1-24.
- [6] 杜远生,张传恒,韩欣,等. 滇中中元古代昆阳群的地震事件沉积及其地质意义. 中国科学D辑(地球科学): 2001,31(4): 283-288.
- [7] 张传恒,高林志,武振杰,等. 滇中昆阳群凝灰岩锆石SHRIMP U-Pb年龄华南格林威尔期造山的证据[J]. 科学通报. 2007,52(7): 818-824.
- [8] 孙志明,尹福光,关俊雷,等. 云南东川地区昆阳群黑山组凝灰岩锆石SHRIMP U-Pb年龄及其地层学意义[J]. 地质通报. 2009,28(7): 898-900.
- [9] 牟传龙,林仕良,余谦. 四川会理-会东及邻区中元古界昆阳群沉积特征及演化[J]. 沉积与特提斯地质,2000,20(1): 44-51.
- [10] 孙传敏. 川西元古代蛇绿岩与扬子板块西缘元古代造山带[J]. 成都理工学院学报,1994,21(4): 11-18.
- [11] 周朝宪,魏春生,李朝阳. 扬子地块西南缘下震旦系火成岩系研究[J]. 矿物学报,1998,18(4): 405-41.
- [11] 高建国. 易门铜矿三家厂矿田成矿元素特征分析[J]. 昆明工学院学报,1991,16(4): 10-22.
- [12] Hu Z, Gao S, Liu Y, et al. Signal enhancement in laser ablation ICP-MS by addition of nitrogen in the central channel gas [J]. Journal of Analytical Atomic Spectrometry, 2008, 23(8): 1093-1101.
- [13] Hu Z, Liu Y, Gao S, et al. A "wire" signal smoothing device for laser ablation inductively coupled plasma mass spectrometry analysis [J]. Spectrochimica Acta Part B Atomic Spectroscopy, 2012, 78(78): 50-57.
- [14] Ludwig K R. Isoplot 3.00: A Geochronological Toolkit for Microsoft Excel [M]. California: Berkeley Geochronology Center, 2003.
- [15] 高林志,尹崇玉,张恒,等. 云南晋宁地区柳坝塘组凝灰岩SHRIMP锆石U-Pb年龄及其对晋宁运动的制约[J]. 地质通报,2015,34(9): 1595-1604.

## The rhyolitic porphyroclastic lavas from the Heishan Formation, Dongchuan Group, Eshan area, Yunnan: Zircon U-Pb age and its geological significance

Liu Junping<sup>1</sup>, Zeng wentao<sup>2</sup>, Sun Baidong<sup>1</sup>, Guan xueqing<sup>1</sup>, Hu Shaobin<sup>1</sup>, Sun Zhiming<sup>4</sup>, wangwei<sup>1</sup>, Song Donghu<sup>1</sup>, Lu Boye<sup>1</sup>

(1. *Yunnan Institute of Geological Survey, Kunming 650216, Yunnan, China*; 2. *Yunnan Provincial Institute of Environmental Monitoring, Kunming 650216, Yunnan, China*; 3. *Chengdu Center, China Geological Survey, Chengdu 610081, Sichuan, China*)

**Abstract:** The classification of the stratigraphic sequences of the Mesoproterozoic "Kunyang Group" and "Dongchuan Group" in central Yunnan is a major basic geological issue that has been controversial for a long time. In this paper, more than 100 zircon grains are selected for age dating from a piece of the sample D0023 collected from nearly 5m-thick rhyolitic porphyroclastic lavas developed in the Heishan Formation of the Dongchuan Group in the Eshan area, and give a LA-ICP-MS zircon U-Pb weighted average age of  $1569.2 \pm 4.5$  Ma. All the selected zircons have the Th/U ratios of more than 0.5 and exhibit clear oscillatory zonal structures, suggesting that these zircons are magmatic in origin. The age determinations for the volcanic rocks in this study indicate that the volcanic rocks in the Etouchang Formation of the Dongchuan Group formed during the early Mesoproterozoic should belong to the an orogenic-associated volcanic rock series, and may represent the responses in the Yangtze continental mass to the breakup of the Colombian supercontinent. The age data of the Heishan Formation in the Dongchuan Group have provided new age data for the delineation of the strata and sequences in the Dongchuan Group, and new information for the approaches to the formation and evolution of the basement on the western margin of the Yangtze continental mass.

**Key words:** Eshan area in central Yunnan; Kunyang Group; Dongchuan Group; zircon U-Pb age; Colombian supercontinent